

国内外公路和桥梁的 水毁防治与修复技术

(专题情报资料汇编)

交通部科学技术情报研究所

1992. 2

国内外公路和桥梁的水毁 防治与修复技术

(专题情报资料汇编)

交通部科学技术情报研究所
1992. 2

公 路 部 分

编 者 的 话

我国大部分地区处在洪涝多发区,差不多每年都有不同程度的洪涝发生,1991年的洪灾更是规模空前、损失惊人,其所造成的直接经济损失就达数百亿元!作为国民经济命脉之一的公路部门,首当其冲要受到洪水的冲击,公路能否在这种冲击中经受住考验,对抗洪救灾工作有着至关重要的意义。多年来,我国公路部门的广大员工一直在与洪水进行着顽强的较量,并且在这一方面积累了丰富的经验。为配合广大公路养护、管理、设计及施工部门的抗洪抢险及防治工作,交流国内外公路部门长期积累的经验,我所组织有关人员针对该专题进行了计算机及手工检索工作。在检索到的二百余篇文献的基础上,选出了其中数十篇内容实用、价值较高的文章编辑成册,内容包括国内外有关公路、桥涵的水毁防治和修复技术以及相应的管理组织经验,并适当收录了国外在此方面的一些最新技术,如水毁定量评估模型、计算机防灾信息系统等。

对于选中论文的作者,由于时间较紧,再加之

有许多作者的通讯地址不详,所以事先未一一经作者本人认可就进行了选择,在此谨向作者表示歉意和谢意。凡转载的文章我们将支付稿费,由于地址不详未收到稿费的作者请与我们联系。

本专题资料的检索工作由交通部科技情报研究所检索咨询组承担,公路部分责任编辑蒋瑞年,桥梁部分责任编辑程幼勤,李扬参加了许多图表的处理和加工工作,钟勇最后对全稿进行了审定。由于时间和水平所限,本资料定有疏漏之处,恭请读者随时批评指正。

编辑组

1992. 2.

目 录

公 路 部 分

1. 公路水毁预防与根治问题.....	(1)
2. 依靠科技防治公路水毁.....	(9)
3. 公路水毁的防治与管理	(14)
4. 陕西省公路水毁防治经验	(31)
5. 关于山西的公路水毁	(37)
6. 浅议山区公路水毁	(43)
7. 山区公路水毁的防治	(48)
8. 关于防治高寒地区公路水毁的探讨	(53)
9. 道路防灾信息系统的开发	(56)
10. 水毁公路的快速修复.....	(69)
11. 公路路基冲刷防护.....	(70)
12. 计算洪水漫越对路堤破坏程度的方法	(136)
13. 黄土地区公路边沟冲刷的防治	(165)
14. 山岭区公路水石流的防治初探	(174)
15. 浅析冲沟泥石流治理效果	(179)
16. 泥石流治理——双向曲线型拦坝施工实例报导	(184)
17. 绿化防护效应及山区公路水毁防治	(192)
18. 日本广岛县西北部的泥石流灾害调查	(201)
19. 山区公路路基防护的水毁原因及防治措施	(208)
20. 柳枝石笼在公路水毁工程中的应用	(213)
21. 挡水路堤的稳定分析	(220)
22. 公路路基边坡水害防治浅析	(229)

23. 沿河道路的防护工程	(232)
24. 利用土工布加固浸水边坡	(237)
25. 绵竹县公路水毁严重,建议从七个方面治理	(240)

桥 梁 部 分

1. 公路桥梁水害防治	(245)
2. 山区公路桥梁水害及其防治	(260)
3. 桥渡冲刷防护	(264)
4. 中小河流桥涵设计洪水计算	(298)
5. 云南公路小桥涵洪水流量计算研究	(312)
6. 日本 1983 年暴雨造成涵洞水毁的调查	(328)
7. 山区公路泥石流防护对策	(342)
8. 北京山区公路泥石流的防治	(353)
9. 日本富士川桥梁受灾原因分析及其结果在桥梁 安全管理方面的应用	(360)
10. 暴洪对桥墩的破坏作用	(382)
11. 暴雨促使桥梁重修	(393)
12. 怎样修补已受冲刷的桥墩	(396)
13. 防局部冲刷的新方法	(404)
14. 当桩受到冲刷和出现故障时柔性桩式墩台的加固	(406)
15. 水口大桥灌浆加固技术	(413)
文献参考资料索引	(424)

23. 沿河道路的防护工程	(232)
24. 利用土工布加固浸水边坡	(237)
25. 绵竹县公路水毁严重,建议从七个方面治理	(240)

桥 梁 部 分

1. 公路桥梁水害防治	(245)
2. 山区公路桥梁水害及其防治	(260)
3. 桥渡冲刷防护	(264)
4. 中小河流桥涵设计洪水计算	(298)
5. 云南公路小桥涵洪水流量计算研究	(312)
6. 日本 1983 年暴雨造成涵洞水毁的调查	(328)
7. 山区公路泥石流防护对策	(342)
8. 北京山区公路泥石流的防治	(353)
9. 日本富士川桥梁受灾原因分析及其结果在桥梁 安全管理方面的应用	(360)
10. 暴洪对桥墩的破坏作用	(382)
11. 暴雨促使桥梁重修	(393)
12. 怎样修补已受冲刷的桥墩	(396)
13. 防局部冲刷的新方法	(404)
14. 当桩受到冲刷和出现故障时柔性桩式墩台的加固	(406)
15. 水口大桥灌浆加固技术	(413)
文献参考资料索引	(424)

公路水毁预防与根治问题

蒋 焕 章

公路建筑物主要是运输建筑物,但是,一旦受到了水流的作用,如跨越河流的桥梁和与河道并行的公路等,又具有水工建筑物的性质而遭遇到很多水力问题。

公路建筑物遭到的水力问题,可分为两类:一类是水毁,系因洪水和雨水造成的各种不同程度破坏;另一类是水害,系因洪水淹没等而带来的经济损失。

公路水毁通常有:桥梁及其附属工程建筑物因洪水的冲击与冲刷而造成的破坏;沿河公路及其防护建筑物因洪水的顶冲与淘刷而造成的路基坍塌与破坏;不良地质路段的坍方、滑坡与路基的下沉与滑动等。

公路水害通常有:公路因洪水淹没而中断交通;桥涵、路基边沟被泥沙堵塞而需疏通;道路被泥沙淤积而需要清除;桥涵被漂浮物或冰凌堆积而需排除等。

一、公路建筑物的设计问题

公路跨过江、河、沟、壑而需要设置桥涵等人工排水建筑物。这些人工排水建筑物的大小和基础埋置深度等,如果设计不当,就会遭到水毁。另外,公路的不少路段与河道并行,其沿河路基也常因洪水的顶冲与淘刷而发生坍塌或遭到破坏,需要修建路基防护建筑物。这些建筑物的布设和基础埋置深度等,如果设计不当,也要遭到水毁而不能发挥防护路基的作用。山区公路的排水问题要比平原区复杂,不能像平原区公路那样只考虑设置桥涵,而要考虑包

括桥涵、急流槽、跌水、渡槽、渗水路堤、挡水墙、边沟和天沟(截水沟)等组成的整个排水系统。这个排水系统不仅要考虑排水,还要考虑输沙,并预防堵塞。如果设计不当,不仅桥涵要遭到水毁,而且水流要漫溢到路面上,还要冲毁路面和路基。当然这个问题在平原区公路上也要考虑。山区公路常因排水系统设计不当而造成的大量“水洗路面”(路面被冲坏),在有的地方变得十分突出。公路还要不可避免地通过一些不良地质地段,在平原区常遇到的软土、冰冻翻浆等,在山区常遇到的则为坍方、滑坡等。公路通过这些不良地质地段时遇到的很多地质病害问题,常常牵涉到水的因素。大家都知道,山区公路旱季时问题一般较少,一到雨季,事情就多得不得了,除了桥涵和路基的水毁外,其余的多半是坍方、滑坡等地质病害。这主要是雨水侵入了疏松的土体,减少了其内摩阻力而失去了原来的稳定状态。另外,也有水分侵入缝隙发达的岩体,冬季冰冻膨胀固结,春季气温升高后,冰冻融解,失去稳定而发生崩塌的。因此,坍方、滑坡等地质病害,从实质上看,也可视为水毁。所以,在解决山区公路的地质病害时,必须同时解决好水的问题才是上策。

从上述一系列设计问题可见,在公路设计工作中,不仅要从结构设计上使其具有足够的强度以保证交通运输的安全,还要从水文、水力设计上保证在设计洪水与暴雨的作用下具有足够的安全性以维持交通运输的畅通无阻,这样才能发挥公路预期的经济效益。

就拿公路桥梁的设计来说,跨越江河上的桥梁,它的整个设计工作,并不只是主体工程的设计工作,更不只是主体工程的结构设计工作,而是整个桥渡的设计工作,即包括:首先要结合路线的总方向,选择一个好的桥位;然后确定合适的桥孔位置,桥孔长度和高度;按照桥梁墩台处可能出现的最大冲刷深度与河床地质情况,决定墩台基础的安全埋置深度;还要合理地布设桥头引道和必要的调治建筑物;最后选定恰当的桥梁方案、上部构造型式和墩台结构型式等。而且还必须牢记,选择什么样的桥梁方案,采用什么样

的上部构造型式和墩台结构型式,以及桥头引道结构型式等,是和被跨越河流的桥位河段特性与水文、水力特性,以及采用的调治建筑物及其冲刷防护措施等密切有关的。在江河上建桥,应当深入了解桥位河段的河流特性。只有认清了桥位河段的河流特性,才有可能做好整个桥渡的设计工作。一个好的设计,决不能只要求整个工程设计中的一部分设计,譬如说结构设计,达到安全可靠和经济合理就行了;而应当要求全部设计,包括水文、水力设计等都达到安全可靠和经济合理才行。

从目前公路建筑的病害多半是水毁这一实际情况出发,要使公路建筑物的整设计达到安全可靠和经济合理,就需要积极加强公路建筑的水文、水力设计和科学研究工作。而且,对任何一个工程设计,如果其中某一方面的设计达不到安全可靠,整个工程的经济合理性就无从谈起。随着我国国公路交通运输事业的日益发展,运输量在主要干线上将变得越来越大。公路因水毁而造成的任何一段时间的中断交通,将会造成很大的麻烦与经济损失。正确地理解这些问题,无论对于主管设计或主管技术管理的工程师来说,都是十分必要的。

二、目前公路的水毁情况及其原因分析

近年来全国公路水毁一年比一年重,水毁遗留工程越来越多,已成为公路交通运输中的一个严重问题。根据1980年以来四年不完整的统计,全国共水毁桥梁8千余座、涵洞5千余道,冲毁路面3万4千多公里,坍方、滑坡等一亿多立方米,全部经济损失达9亿多元。在目前公路水毁、水害中,常见的主要有:平原地区公路的路基高度不够而常遭洪水淹没;黄土地区公路因农田灌溉,水渗入路基而使路面“翻浆”和软土路基的路面下沉;丘陵区公路由于边坡地表水下渗入路基而引起的基础下沉与滑动;山区沿河公路的路基防护建筑物,由于基础埋深不够等原因,大量遭到水毁;山区

公路因排水系统不够完善,造成边沟、小桥涵堵塞而引起的“水洗路面”,冲毁路基下边坡或整个路基;山区公路的不良地质地段,由于缺乏必要的支挡工程和植被防护而出现大量坍方、滑坡和泥石流等;一些大中桥由于墩台基础埋深不够而遭到水毁,或由于缺乏必要的桥位调治建筑物而冲毁引道路堤、冲毁桥台,进而使桥梁局部或全部遭到破坏;小桥涵水毁多由于进口缺少必要的防护措施或出口遭到严重冲刷,有的由于泥沙堵塞而造成。

关于公路水毁的客观原因,一般的看法是:一是原有公路的“底子薄”。多数公路修建时,由于资金和材料不足,普遍是标准低、质量差,平原区公路基本上是顺地爬,山区公路缺少完善的排水系统,沿河公路缺少必要的防护建筑物,地质不良地段缺少必要的边坡防护支挡工程或其他防护措施,造成公路“先天不足”,抗洪能力差;二是近几年全国普遍雨水多,部分省(区)的暴雨持续时间长,加之有的地区盲目开荒种地,乱伐林木,过分与河争地,改河造田,使生态平衡遭到破坏,一遇暴雨,大量水土流失,以及一些水库崩溃,开山废方堵塞河流等原因,以致大中桥泄洪能力减弱,小桥涵淤泥堵塞,不良地质路段的坍方、滑坡加重,沿河路段的洪水顶冲与淘刷加剧,淹没次数增加,造成公路水毁逐年增多。

从主观方面认识,则可以看出,近几年各省(区)出现的一些特大洪水,尽管有些确实是灾难性的,但在同样的条件下,也并不是所有的公路和桥涵都遭到水毁,很多路段和大部分桥涵经受住了洪水的考验。而且水毁具有下列特点:大桥毁的少,小桥涵毁的多;主体工程毁的少,附属工程毁的多;山区公路的坍方、滑坡最为严重,沿河公路的防护挡墙冲毁较多,路面水毁面广。这些情况是与我们的科学研究和一些设计、施工和养护工作中存在的问题相关联的。在科研方面,对公路的水文、水力研究工作,过去重点主要集中于解决大中桥梁墩台的冲刷埋深问题,这是由于当时大中桥的水毁比较突出,而对桥位调治建筑物的研究兼顾不够;对公路路基的冲刷防护和坍方、滑坡的处治则很少研究,设计工作也有类似情

况,一般重视大中桥,而且多偏重于主体工作的结构设计,对防护工程设计往往重视不够。有的施工单位也有擅自修改、取消防护工程设计,或施工质量差等情况。有些养护部门在养路费安排上,对公路水毁防治也未体现“预防为主,防治结合”的方针,特别是对不良地质路段的坍方、滑坡等地质病害,由于经费所限,除了依靠消耗性的消除办法外,难以采取根治措施。

在上述公路水毁的主客观原因中,认识客观原因固属必要,但为了积极搞好公路水毁的防治工作,分析研究主观原因,却更为重要,更有意义。

另外,为什么现在公路大中桥中的水毁比较少呢?显而易见,除了进行了专门的水文、水力勘察设计外,更重要的是依据了比较可靠的水文、水力计算科学技术。要想进一步搞好公路水毁防治工作,减少公路水毁,就应当经常性地重视这方面的科学研究工作和调查总结工作。

三、公路水毁能否根治

公路水毁如同人类的疾病一样,只要认真对待,是可以一个一个地加以根治的。

(一)公路建筑物为什么会遭到水毁

认真研究公路建筑物的水毁情况,不难发现,公路建筑物遭到水毁,主要是由于设计使用的科学依据不符合实际,或是公路建筑物遭到设计时未考虑到的水力条件。因此只要我们在勘测设计工作中和养护工作中,把水力问题处治好,公路建筑物的大部分水毁问题就可得到解决。

(二)如何逐步根治水毁

根治公路水毁首先要从加强公路测设工作中的水文、水力设计工作入手(重点是水力设计),只有设计部门提出的设计,在科学技术上能够保证公路建筑物有较强的抗洪能力,才能使公路水毁

逐步杜绝于未然。其次严格执行勘测设计的技术管理工作,对减少公路水毁有重要作用。对公路勘测设计工作中的水文、水力设计,一定要具备应有的质量,要经过必要的技术审批,把好质量关,避免设计上的失误。认真做好这些工作,就会使新建的公路建筑物具有较强的抗洪能力而使水毁逐步减少,直至最后达到根治的目的。

(三)对已建公路水毁的防治

已建公路上出现水毁有两种情况:一是新出现的水毁;二是已建的防治水毁工程又出现了水毁。前一种情况,可能是原设计中失于考虑,未设计修建防治工程,或是河道的演变出现了新的不利情况。这样的水毁有时是不可避免的,但是还应采取预防为主方针及早修建防护工程加以解决。对于已建的防治水毁工程又出现了水毁(重复工程),应当作为责任事故来对待,否则就不能增强责任感,提高测设质量和施工质量。

前面曾谈到,1980年以来的四年,公路水毁损失达9亿多元,如果已建公路上的水毁防治工程能够修一处成一处,水毁损失就会少的多。

目前公路养护部门每年要承担大量的水毁预防和水毁修复工程的设计和施工任务,很好地取得这些水毁防治工程的投资效果,实为当前根治公路水毁的主要任务。因此,需要公路养部门及其主管部门把防治公路水毁工作当作一件大事来抓,切实贯彻“预防为主、防治结合”的方针,有科学依据地进行水毁防治工程设计和施工,把已建公路上有水毁隐患之处,分别轻重缓急,逐个地治好。逐步提高已建公路的抗洪能力,这样,公路水毁就会逐年减少,水毁防治费用也将逐年降低。

四、公路抗洪能力的评定

在公路养护中,为评价路况的好坏,桥涵和道路的抗洪能力是一个重要指标。怎样来评定一个路段的抗洪能力,是否几年到十几

年内某一路段上的水毁少、水毁轻，就算抗洪能力强呢！还是这一路段上修建的抗洪建筑物较多（桥涵等排水建筑物和路基冲刷防护建筑物等），才算抗洪能力强。这两种认识都不全面，都是不正确的。

公路桥涵和道路是按一定的设计洪水频率设计的，少则 5 年一遇，多则百年以上。按现在的科学技术观点，如果发生的洪水超过了设计频率的洪水，公路建筑物遭到水毁是允许的，否则认为是责任事故。因为按设计要求，公路建筑物应当在设计洪水条件下具有充分的抗御洪水的能力而不被水毁。

所以，公路的抗洪能力，实际体现为每个抗洪建筑物的抗洪能力和路段的抗洪能力。

（一）抗洪建筑物的抗洪能力

抗洪建筑物的抗洪能力是该建筑物在设计洪水条件下是否遭到水毁。然而，检验已有抗洪建筑物的抗洪能力时，无法使用这个标准，只能依靠科学预报，即利用现有的科学计算方法，验算抗洪建筑物在设计洪水条件下是否安全可靠。可是，随着科学技术的进步，科学计算精度会日益提高，很可能按原科学计算方法评定是安全的，而按新的科学计算方法评定是不安全的，或者相反。但是经过这样评定的抗洪建筑物，一旦经受接近或超过设计标准的洪水考验，真正的评定就有了。如果科学预报与实际相符，则预报是正确的，即可作为评定的正确标准。不然，则须重新修正，这就促进了科学技术的进步。

所以，在实际中，评定抗洪建筑物的抗洪能力，一般只能采取科学预报的方法，这对预防水毁有重要作用。

（二）路段的抗洪能力

路段的抗洪能力是一定路段内具有抗洪能力的所有抗洪建筑物的总抗洪能力。在一定路段内，如需要修建抗洪建筑物的工点，都建造了具有抗洪能力的建筑物，则路段的抗洪能力将是强的。相反，如果建造的抗洪建筑既少，又缺乏抗洪能力，则路段的抗洪能

力必然是弱的。或者,即使某一路段内的所有工点都建造了抗洪建筑物,但都缺乏抗洪能力,这一路段的抗洪能力仍然是弱的。按上述办法来评价公路的抗洪能力具有实际意义,对防治公路水毁能起到积极作用。

为减少公路水毁,就需要对已有的抗洪建筑物进行科学预报,以便按轻重缓急进行必要的预防。

结 语

总之,根治公路水毁一定要依靠科学技术进步,要不断以新的科学技术成果、新的科学技术知识进行工程实践,并不断进行总结提高,有的还要进行必要的模型试验研究,再继续进行工程实践。为此目的,需要科研、设计和养护等部门互相协作,形成公路水毁防治研究的联合体,把研究工作和新建公路的水毁防治密切结合起来。采取以任务带动科学研究的方法,即一方面利用已有的科学成果,在新建公路的勘测设计和已建公路的水毁防治中进行试点,有的还必须辅以一定的模型试验研究;另一方面不断对试验点进行调查,总结其实际效果。这就把科学研究成果的推广与水毁防治工作很好的结合起来了。如此反复地长期不懈地进行下去,公路水毁一定能够逐步达到根治。

摘自《公路》1986.1

依靠科技防治公路水毁

商洛公路管理总段

商洛地区地处陕南东部,境内山岭重叠,沟壑纵横,呈复杂的掌状岭谷地貌。在 19293 平方公里土地上分布着大小河、渠、沟 7.25 万条,区内雨水丰富,多为实发性暴雨,年均降雨量为 750 毫米至 850 毫米之间,且多集中在每年的 7 至 9 月,对人民生命财产和公路养护工作压力很大。

商洛公路总段,担负着 312 国道和省干支线 891.38 公路的养管任务。其中,依山傍水(多为半填半挖路基且无支挡工程)和高路堤段长达 166 公里,占我们养护总里程的 52%。大部分路段技术等级低,缺桥少涵,缺少必要的路基防护,抗洪能力先天不足。每遇暴雨,山洪突发,河水猛涨,使公路遭到恶性水毁。从 1980 年至 1989 年据不完全统计,因水毁造成公路直接损失达 4679.43 万元。公路连年水毁,给我们养护工作带来极大困难,每年几乎都要拿出近一半的时间和人力,大量的投资用于抢修和修复工作。为了提高公路养护质量,确保我区运输通畅,在省地主管部门的支持下,近几年来,我们坚持把公路水毁防治工作列为养护工作的重点。从公路状况实际出发,突出沿河路基水毁防治这个难点,依靠科学技术,联系我区自然水系,地质地理特点,在交通部公路研究所研究员蒋焕章同志指导下,积极开展了公路水毁防治技术的研究、应用、推广。九年来,省局给我们总段共投资水毁修复资金 931.1 万元,完成清除塌方 313.91 万立方米,修复、新修防护工程全长 55126 米,28.47 万立方米,修复路面 169.95 万平方米,修复桥涵 22 座(道),疏通涵洞 1826 道,同时利用大中修投资 2187 万元,进行水毁修复和路基改造、防护加固,使我段水毁创伤初步得